

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月 2 0 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 7 0 5 1 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 7 0 5 1 8 ]

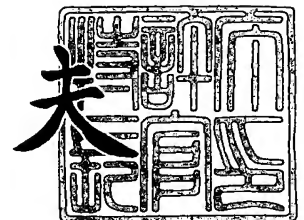
出 願 人                      ソニー株式会社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年    8 月 1 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0290821301

【提出日】 平成14年12月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 05/00  
G11B 05/33  
G11B 05/40  
G11B 05/62

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 鉄川 弘樹

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090527

【弁理士】

【氏名又は名称】 舘野 千恵子

【電話番号】 03-5731-9081

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011084

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010570

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子として、反強磁性層と、当該反強磁性層との間で働く交換結合磁界により所定方向に磁化が固定された磁化固定層と、外部磁界に応じて磁化方向が変化する磁化自由層と、上記磁化固定層と上記磁化自由層との間を磁氣的に隔離する非磁性層とが積層された構成を有するスピナバルブ膜を備える磁気抵抗効果型磁気ヘッドと、

テープ状の非磁性支持体上に、金属磁性薄膜が形成されてなる磁気記録媒体とを具備し、当該磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う磁気記録再生装置であって、

上記スピナバルブ膜において、濃度  $0.1 \text{ kmol/L}$  の  $\text{NaCl}$  溶液中に液浸されたときに測定される標準水素電極に対する腐食電位が、 $+0.4 \text{ [V vs SHE]}$  以上であり、

上記金属磁性薄膜の残留磁化量  $M_r$  と膜厚  $t$  との積  $M_r \cdot t$  が、 $4 \text{ mA} \sim 20 \text{ mA}$  であり、残留磁化量  $M_r$  が、 $160 \text{ kA/m} \sim 400 \text{ kA/m}$  であるものとしたことを特徴とする磁気記録再生装置。

【請求項 2】 上記スピナバルブ膜を構成する上記非磁性層において、濃度  $0.1 \text{ kmol/L}$  の  $\text{NaCl}$  溶液中に液浸されたときに測定される標準水素電極に対する腐食電位が、 $+0.4 \text{ [V vs SHE]}$  以上となる磁気抵抗効果型磁気ヘッドを具備することを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記録再生装置。

【請求項 3】 上記非磁性層は  $\text{CuAu}$  からなり、 $\text{Cu}$  と  $\text{Au}$  との組成比を、それぞれ  $(100 - a)$ 、 $a$  ( $a$  は、原子%を表す。)としたとき、その組成範囲が、 $25 \leq a \leq 100$  であり、

上記磁化固定層および上記磁化自由層は、 $\text{NiFe}$  または  $\text{CoNiFe}$  からなり、 $\text{Co}$ 、 $\text{Ni}$ 、および  $\text{Fe}$  の組成比を、それぞれ  $b$ 、 $c$ 、 $d$  ( $b$ 、 $c$ 、 $d$  は、それぞれ原子%を表す。)としたとき、

その組成範囲が、 $0 \leq b \leq 75$ 、 $15 \leq c \leq 95$ 、 $5 \leq d \leq 40$  ( $b + c + d =$

100原子%)であり、

上記金属磁性薄膜の残留磁化量 $M_r$ と膜厚 $t$ との積 $M_r \cdot t$ が、 $4\text{ mA} \sim 20\text{ mA}$ であり、残留磁化量 $M_r$ が、 $160\text{ kA/m} \sim 400\text{ kA/m}$ であるものとしたことを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気記録再生装置。

【請求項4】 上記感磁素子は、回転ドラムに搭載されてヘリカルスキャン方式によりテープ状の磁気記録媒体と摺動しながら磁気信号の検出を行うことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子としてスピバルブ膜を用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッドと金属薄膜型の磁気記録媒体とを具備する磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

磁気記録媒体から信号磁界を検出する感磁素子として、外部磁界の大きさや向きによって抵抗値が変化する、いわゆる磁気抵抗効果を利用した磁気抵抗効果素子（以下、MR素子という。）が利用されている。そして、このようなMR素子を備える磁気ヘッドは、一般に磁気抵抗効果型磁気ヘッド（以下、MRヘッドという。）と呼ばれている。

【0003】

このようなMR素子としては、異方性磁気抵抗効果を利用したものが従来から使用されているが、磁気抵抗変化率（MR比）が小さいために、より大きなMR比を示すものが望まれており、近年においてはスピバルブ膜を利用した巨大磁気抵抗効果素子（以下、GMR素子という。）が提案されている（例えば、非特許文献1、特許文献1参照。）。

【0004】

GMR素子は、一対の磁性層で非磁性層を挟持してなるスピバルブ膜を有し、このスピバルブ膜に対して面内方向に流れる、いわゆるセンス電流のコンダ

クタンズが一对の磁性層の磁化の相対角度に依存して変化する、いわゆる巨大磁気抵抗効果を利用したものである。

具体的には、スピバルブ膜は、反強磁性層と、反強磁性層との間で働く交換結合磁界により所定の方向に磁化が固定された磁化固定層と、外部磁界に応じて磁化方向が変化する磁化自由層と、磁化固定層と磁化自由層との間を磁氣的に隔離する非磁性層とが積層された構造を有している。

#### 【0005】

スピバルブ膜を利用したGMR素子では、外部磁界が印加されると、外部磁界の大きさや向きに応じて磁化自由層の磁化方向が変化する。そして、磁化自由層の磁化方向が磁化固定層の磁化方向に対して、逆方向（反平行）となるとき、このスピバルブ膜に流れるセンス電流の抵抗値が最大となる。一方、磁化自由層の磁化方向が磁化固定層の磁化方向に対して、同一方向（平行）となるときに、このスピバルブ膜に流れるセンス電流の抵抗値が最小となる。

#### 【0006】

従って、上述したようなGMR素子を備える磁気ヘッド（以下、GMRヘッドという。）においては、GMR素子に対して一定のセンス電流を供給すると、磁気記録媒体からの信号磁界に応じて、このGMR素子に流れるセンス電流の電圧値が変化することになり、このセンス電流の電圧値の変化を検出することによって、磁気記録媒体からの磁気信号を読み取ることが可能となる。

#### 【0007】

ところで下記特許文献1には、GMRヘッドをハードディスクドライブに利用する例が開示されている。

ハードディスクドライブは、例えばサスペンションの先端部に取り付けられたヘッドスライダにGMRヘッドが搭載された構造を有し、磁気ディスクの回転により生じる空気流を受けて、ヘッドスライダが磁気ディスクの信号記録面上を浮上しながら、このヘッドスライダに搭載されたGMRヘッドが磁気ディスクに記録された磁気信号を読み取ることによって、磁気ディスクに対する再生動作が行われる。

#### 【0008】

上記 GMR ヘッドは、磁気ディスク装置に限らず、近年においてはテープストリーマ等の磁気テープ装置についての利用も検討されている。

例えばヘリカルスキャン方式を採用するテープストリーマは、回転ドラムの外周面部に GMR ヘッドが磁気テープの走行方向と略直交する方向に対してアジマス角に応じて斜めとなるように配置された構造を有している。

そして、テープストリーマでは、磁気テープが回転ドラムに対して斜めに走行しながら、回転ドラムが回転駆動し、この回転ドラムに搭載された GMR ヘッドが磁気テープと摺動しながら、磁気テープに記録された磁気信号を読み取ることによって、磁気テープに対する再生動作が行われる。

#### 【0009】

このようなテープストリーマにおいては、GMR ヘッドと磁気テープとの間の距離、いわゆるスペーシングを小さくすることが好ましいため、この観点からは磁気テープの表面は、平滑化することが望ましいと考えられている。

#### 【0010】

しかしながら、磁気テープの表面が鏡面化するに従って、磁気テープと回転ドラムの外周面部との接触面積が増加し、走行時において磁気テープと回転ドラムとの間に働く摩擦力が大きくなり、磁気テープと回転ドラムとの貼り付きが生じて、磁気テープのスムーズな走行が困難となる。

そこで、通常磁気テープの表面には、SiO<sub>2</sub> フィラーや有機フィラー等により微小突起を設けることにより、回転ドラムの外周面部との接触面積を小さくし、磁気テープと回転ドラムとの間に働く摩擦力を小さくする等の工夫がなされている。

また、磁気テープの表面には、傷や腐食等の発生を防止するための DLC 膜等の保護膜が形成されている。

#### 【0011】

ところで、従来のハードディスクドライブにおいては、GMR ヘッドが磁気ディスクの信号記録面に対して非接触な状態で再生動作が行われる。また、スピンドル膜を構成する非磁性層には通常 Cu が用いられており、磁気ディスクと対向する GMR ヘッドの媒体対向面には、この Cu の腐食を防止するための DLC

(Diamond Like Carbon)膜等の保護膜が形成されている。

#### 【0012】

一方、磁気テープ媒体に関しては、従来より、非磁性支持体上に酸化物磁性粉末あるいは合金磁性粉末等の粉末磁性材料を、塩化ビニル-酢酸ビニル共重合体、ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂等の有機結合剤中に分散せしめた磁性塗料を、塗布し乾燥することにより得られる、いわゆる塗布型の磁気記録媒体が広く使用されていた。

#### 【0013】

これに対して、高密度記録への要求の高まりとともに、Co-Ni、Co-Cr、Co等の金属磁性材料をメッキや真空薄膜形成手段（真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法等）によって非磁性支持体上に直接被着した、いわゆる金属磁性薄膜型の磁気記録媒体が提案され、注目を集めている。

#### 【0014】

このような金属磁性薄膜型の磁気記録媒体は、保磁力、残留磁化、角形比等に優れ、短波長での電磁変換特性に優れるばかりでなく、磁性層の膜厚をきわめて薄くできるため、記録減磁や再生時の厚み損失が小さく、また磁性層中に非磁性材である結合剤を混入する必要がないため、磁性材料の充填密度を高め、大きな磁化を得ることができる等、数々の利点を有している。

#### 【0015】

さらに、このような磁気記録媒体の電磁変換特性を向上させ、より大きな出力を得ることができるようにするため、磁気記録媒体の磁性層を形成するに際し、磁性層を斜方に蒸着する、いわゆる斜方蒸着が提案され、高画質VTR用、デジタルVTR用の磁気テープとして実用化されている。

#### 【0016】

##### 【非特許文献1】

フィジカル・レビュー・ビー(Physical Review B)、第43巻、第1号、p1297～p1300「軟磁性多層膜における巨大磁気抵抗効果」  
(Giant Magnetoresistance in Soft Ferromagnetic Multilayers)

##### 【特許文献1】

特開平 8-111010 号公報

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、現在 GMR ヘッドの適用が検討されているテープストリーマにおいては、GMR ヘッドが磁気テープに対して接触した状態で再生動作を行うことから、磁気テープと摺動される GMR ヘッドの媒体摺動面に上述した腐食等の発生を防止するための保護膜が形成されていると、再生動作時に磁気テープの表面に形成された微小突起や保護膜との接触によって保護膜が摩耗する。

さらに、GMR ヘッドの媒体摺動面に形成された保護膜は、磁気テープとのスペーシングとなることから、GMR ヘッドの短波長記録再生特性を劣化させる原因になる。

【0018】

従って、磁気テープ装置において適用する GMR ヘッドの媒体摺動面に保護膜を形成することは不適當であると考えられる。

このため、磁気テープ装置においては、GMR ヘッドの媒体摺動面が直接大気と触れることになり、高温高湿下や海水雰囲気中において腐食等が発生しやすくなるといった問題が生じる。

【0019】

また、GMR ヘッドの感度は、スピバルブ膜に流れるセンス電流により決定され、このスピバルブ膜を構成する各層の膜厚は nm オーダで形成されており、各層に僅かな腐食が発生しただけでも、各層の電気抵抗が変化してしまう。従って、GMR ヘッドの媒体摺動面における腐食の発生は、この GMR ヘッドのヘッド特性を大幅に劣化させてしまう。

【0020】

上記特許文献 1 においては、ハードディスクに適用する磁気抵抗効果型磁気ヘッドについての耐腐食性を改善させる検討がなされているが、ハードディスク装置においては、磁気ヘッドが媒体上を直接摺動することがないため、磁気ヘッドの摩擦によるダメージ量は、テープシステムの方が大きいことが明らかである。



また、ハードディスク装置においては、媒体が外気にさらされることなく、パッケージングによって密閉状態となっていることから、微細な粉塵等による磁気ヘッドの破損の影響に関してもテープシステムの方が、より深刻であると考えられる。よって、磁気テープ装置に適用する GMR ヘッドの耐腐食性に関する向上を図ることは、ハードディスクドライブ以上に重要であると言える。

#### 【0021】

上述した問題点に鑑みて、特に磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子として GMR 素子を利用する場合には、耐食性の改善とともに、高い磁気抵抗変化率を維持することが必要である。

#### 【0022】

また、このような高感度の磁気抵抗効果型の磁気ヘッドを適用する磁気記録媒体においては、より一層の低ノイズ化を図り、ヘッドの飽和を回避することが重要であるが、従来公知のインダクティブ型の磁気ヘッドに対応して設計されていた磁気記録媒体を高感度型の磁気ヘッドにそのまま適用すると、媒体ノイズが大きくなり、残留磁化量が大きいため、磁気ヘッドの飽和が生じてしまうという問題があった。

#### 【0023】

そこで本発明においては、優れた耐食性を示し、且つ極めて高感度の磁気抵抗効果型磁気ヘッドと、これに好適な磁気記録媒体とを備えた磁気記録再生装置を提供することとした。

#### 【0024】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の磁気記録再生装置は、磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子として、反強磁性層と、当該反強磁性層との間で働く交換結合磁界により所定の方向に磁化が固定された磁化固定層と、外部磁界に応じて磁化方向が変化する磁化自由層と、上記磁化固定層と上記磁化自由層との間を磁氣的に隔離する非磁性層とが積層された構成を有するスピナバルブ膜を備える磁気抵抗効果型磁気ヘッドと、長尺状の非磁性支持体上に金属磁性薄膜が形成されてなる磁気記録媒体とを具備するものとし、磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出

を行うものとする。

磁気抵抗効果型磁気ヘッドのスピンバルブ膜においては、濃度  $0.1 \text{ kmol/L}$  の  $\text{NaCl}$  溶液中に液浸されたときに測定される標準水素電極に対する腐食電位が、 $+0.4 \text{ [V vs SHE]}$  以上であるものとする。

また、磁気記録媒体の金属磁性薄膜の残留磁化量  $M_r$  と膜厚  $t$  との積  $M_r \cdot t$  が、 $4 \text{ mA} \sim 20 \text{ mA}$  であり、残留磁化量  $M_r$  が、 $160 \text{ kA/m} \sim 400 \text{ kA/m}$  であるものとする。

#### 【0025】

本発明の磁気記録再生装置によれば、磁気抵抗効果型磁気ヘッドを構成するスピンバルブ膜の腐食電位を数値的に規定したことにより、たとえ磁気記録媒体との摺接面に保護層を形成しない場合であっても、優れた耐食性、耐久性が実現でき、また、磁気記録媒体の残留磁化量と磁性層の膜厚との積、ならびに残留磁化量を数値的に最適な範囲に特定したことにより、ノイズの低減化が図られ、ヘッド飽和を効果的に回避でき、再生波形の歪みがなく、高SN化が実現できる。

#### 【0026】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の磁気記録再生装置について、図を参照して詳細に説明する。

図1に示す磁気記録再生装置1は、ヘリカルスキャン方式によって磁気テープ2に対して信号の記録及び／又は再生を行うものである。

この磁気記録再生装置1においては、磁気テープ2を供給する供給リール3と、供給リール3から供給された磁気テープを巻き取る巻取リール4と、供給リール3と巻取リール4との間で磁気テープ2の引き回しを行う複数のガイドローラ5a～5fとを具備し、磁気テープ2が図中矢印A方向に走行するようになされている。

#### 【0027】

また、ガイドローラ5eとガイドローラ5fの間には、テープ走行手段として、磁気テープ2が掛け合わされるピンチローラ5gと、このピンチローラ5gと共に磁気テープ2を挟み込むキャップスタン6と、このキャップスタン6を回転駆動するキャップスタンモータ6aとが設けられている。

磁気テープ 2 は、ピンチローラ 5 g とキャップスタン 6 との間に挟みこまれ、キャップスタンモータ 6 a によりキャップスタン 6 が、図 1 中矢印 B 方向に回転駆動することにより、矢印 A 方向に一定の速度および張力で走行するようになされている。

#### 【0028】

磁気記録再生装置 1 は、ガイドローラ 5 c と 5 d との間に、磁気テープ 2 に対して信号の記録動作、再生動作を行うヘッドドラム 7 が設けられている。

このヘッドドラム 7 は、図 2 に示すように、駆動モータ 8 により図 2 中矢印 A 方向に回転駆動する回転ドラム 9 と、回転ドラム 9 の外周面部 9 a と連続した外周面部 10 a と、ベース（図示せず）に固定された固定ドラム 10 とを有している。

#### 【0029】

磁気テープ 2 は、図 1 に示したガイドローラによって導かれ、回転ドラム 9 および固定ドラム 10 の外周面部 9 a、10 a に、略  $180^\circ$  の角度範囲でヘリカル状に巻きつけられた状態で走行するようになされている。

また、固定ドラム 10 の外周面部 10 a には、磁気テープ 2 を案内するリードガイド 10 b が設けられており、このリードガイド 10 b に沿って磁気テープ 2 が回転ドラム 9 の回転方向に対して斜めに走行するようになっている。

#### 【0030】

回転ドラム 9 の外周面部 9 a には、磁気テープ 2 に対して信号の記録動作を行う一対の記録用磁気ヘッド 11 a、11 b と、磁気テープ 2 に対して信号の再生動作を行う一対の再生用磁気ヘッド 12 a、12 b とが取り付けられている。

これら記録用磁気ヘッド 11 a および再生用磁気ヘッド 12 a と、記録用磁気ヘッド 11 b および再生用磁気ヘッド 12 b とは、互いに  $180^\circ$  の位相差をもって回転ドラム 9 の外周面部 9 a に対向配置されている。

また、記録用磁気ヘッド 11 a、11 b および再生用磁気ヘッド 12 a、12 b は、その記録ギャップおよび再生ギャップが、磁気テープ 2 の走行方向と略直交する方向に対してアジマス角に応じて斜めとなるように配置されている。

#### 【0031】

従って、ヘッドドラム 7 においては、回転ドラム 9 及び固定ドラム 10 の外周面部 9a、10a に掛け合わされた磁気テープが図 2 中矢印 A 方向に走行しながら、駆動モータ 8 により回転ドラム 9 が図 2 中矢印 C 方向に回転駆動することによって、回転ドラム 9 に搭載された一对の記録用磁気ヘッド 11a、11b および一对の再生用磁気ヘッド 12a、12b が磁気テープ 2 と摺動しながら、信号の記録動作又は再生動作を行うことになる。

#### 【0032】

具体的に、記録時には磁気テープ 2 に対して一方の記録用磁気ヘッド 11a が、記録信号に応じた磁界を印加しながら所定のトラック幅で記録トラックを形成し、他方の記録用磁気ヘッド 11b が、この記録トラックに隣接して記録信号に応じた磁界を印加しながら所定のトラック幅で記録トラックを形成する。

そして、これら記録用磁気ヘッド 11a、11b が磁気テープ 2 に対して繰り返し記録トラックを形成することによって、磁気テープ 2 に対して連続的に信号を記録することになる。

#### 【0033】

一方、再生時には、磁気テープ 2 に対して、一方の再生用磁気ヘッド 12a が、記録用磁気ヘッド 11a により記録された記録トラックから信号磁界を検出し、他方の再生用磁気ヘッド 12b が、記録用磁気ヘッド 11b により記録された記録トラックから信号磁界を検出する。

そして、これら再生用磁気ヘッド 12a、12b が記録トラックから繰り返し信号磁界を検出することによって、磁気テープ 2 に記録された信号を連続的に再生することになる。

#### 【0034】

次に、図 3 および図 4 を参照して、本発明の磁気記録再生装置に適用する磁気抵抗効果型磁気ヘッドについて詳細に説明する。

#### 【0035】

磁気抵抗効果型磁気ヘッド 20 は、磁気記録媒体からの磁気信号の検出を行う感磁素子として、スピバルブ膜を利用した巨大磁気抵抗効果素子（以下、GMR 素子という。）を備える、いわゆる巨大磁気抵抗効果型磁気ヘッド（以下、G

MRヘッドという。)である。

#### 【0036】

このGMRヘッド20は、電磁誘導を利用して記録再生を行うインダクティブ型磁気ヘッドや異方性磁気抵抗効果型磁気ヘッドよりも感度が高く、再生出力が大きく高密度記録に適している。従って、上述した磁気記録再生装置1においては、GMRヘッド20を一对の再生用磁気ヘッド12a、12bに用いることにより、さらなる高密度記録化が図られる。

#### 【0037】

この再生用磁気ヘッド12a、12bは、図4に示すように、第1のコア部材21上に、各種薄膜形成技術により磁気シールド層24、GMR素子27、ギャップ層26、およびシールド層25が順次形成されてなり、保護膜22を介して第2のコア部材23が貼り付けられた構造を有している。

また、再生用磁気ヘッド12a、12bは、磁気テープ2と摺接する媒体摺接面20aが、図3中矢印Aに示す磁気テープ2の走行方向に沿って略円弧状に湾曲した曲面となっている。

そして、この媒体摺接面20aから外部に臨む再生ギャップが磁気テープ2の走行方向と略直交する方向に対してアジマス角 $\theta$ に応じて斜めとなるように配置される。

#### 【0038】

なお、一对の再生用磁気ヘッド12a、12bは、互いのアジマス角 $\theta$ が逆位相となる以外は同一の構成を有している。従って、以下の説明においては、これら一对の再生用磁気ヘッド12a、12bをまとめてGMRヘッド20として説明する。

#### 【0039】

このGMRヘッド20は、上下一対の磁気シールド層24、25の間にギャップ層26を介してGMR素子27が挟み込まれた構造を有している。

#### 【0040】

一对の磁気シールド層24、25は、GMR素子27を磁氣的にシールドするのに十分な幅を有する軟磁性膜からなり、ギャップ層26を介してGMR素子2

7を挟み込むことにより、磁気テープ2からの信号磁界のうち、再生対象外の磁界がGMR素子27に引き込まれないように機能する。すなわち、このGMRヘッド20では、GMR素子27に対して再生対象外の信号磁界が一对の磁気シールド層24、25に導かれ、再生対象の信号磁界だけがGMR素子27へと導かれる。これにより、GMR素子27の周波数特性及び読み取り分解能の向上が図られている。

#### 【0041】

ギャップ層26は、GMR素子27と一对の磁気シールド層24、25との間を磁氣的に隔離する非磁性非導電性膜からなり、一对の磁気シールド層24、25とGMR素子27との間隔がギャップ長となる。

#### 【0042】

GMR素子27は、スピバルブ膜40に対して面内方向に流れるセンス電流のコンダクタンスが、一对の磁性層の磁化の相対角度に依存して変化する、いわゆる巨大磁気抵抗効果を利用したものである。

#### 【0043】

スピバルブ膜40としては、例えば、図5(a)に示すように、下地層41、反強磁性層42、磁化固定層43、非磁性層44、磁化自由層45、および保護層46が、順次積層された構造を有するボトム型のスピバルブ膜40aや、図5(b)に示すように、下地層41、磁化自由層45、非磁性層44、磁化固定層43、反強磁性層42、および保護層46が、順次積層された構造を有するトップ型のスピバルブ膜40b、図5(c)に示すように、下地層41、反強磁性層42、磁化固定層43、非磁性層44、磁化自由層45、非磁性層44、磁化固定層43、反強磁性層42、および保護層46が、順次積層された構造を有するデュアル型のスピバルブ膜40c等を挙げることができる。

#### 【0044】

スピバルブ膜を構成する磁化固定層43は、反強磁性層42に隣接して配置されることによって、反強磁性層42との間で働く交換結合磁界により、所定の方に磁化が固定された状態となっている。

一方、磁化自由層45は、非磁性層44を介して磁化固定層43と磁氣的に隔

離されることによって、微弱な外部磁界に対して磁化方向が容易に変化することが可能となっている。

#### 【 0 0 4 5 】

従って、スピバルブ膜 4 0 では、外部磁界が印加されると、この外部磁界の大きさや向きに応じて、磁化自由層 4 5 の磁化方向が変化する。そして、磁化自由層 4 5 の磁化方向が磁化固定層 4 3 の磁化方向に対して、逆方向（反平行）になるとき、このスピバルブ膜 4 0 に流れる電流の抵抗値が最大となる。

一方、磁化自由層 4 5 の磁化方向が磁化固定層 4 3 の磁化方向に対して、同一方向（平行）となるときに、このスピバルブ膜 4 0 に流れる電流の抵抗値が最小となる。

#### 【 0 0 4 6 】

このように、スピバルブ膜 4 0 は、印加される外部磁界に応じて電気抵抗が変化することから、この抵抗変化を読み取ることによって磁気テープ 2 からの磁気信号を検出する感磁素子として機能している。

#### 【 0 0 4 7 】

なお、下地層 4 1 及び保護層 4 6 は、このスピバルブ膜 4 0 の比抵抗の増加を抑制するためのものであり、例えば T a 等からなる。

#### 【 0 0 4 8 】

また、この GMR 素子 2 7 の動作の安定化を図るため、スピバルブ膜 4 0 の長手方向の両端部には、図 3 および図 4 に示すように、この GMR 素子 2 7 にバイアス磁界を印加するための一対の永久磁石膜 2 8 a、2 8 b が設けられている。

そして、これら一対の永久磁石膜 2 8 a、2 8 b に挟み込まれた部分の幅が、GMR 素子 2 7 の再生トラック幅 T w となっている。

さらに、一対の永久磁石膜 2 8 a、2 8 b 上には、この GMR 素子 2 7 の抵抗値を減少させるための一対の低抵抗化膜 2 9 a、2 9 b が設けられている。

#### 【 0 0 4 9 】

また、GMR 素子 2 7 には、スピバルブ膜にセンス電流を供給するための一対の導体部 3 0 a、3 0 b が、その一端部側をそれぞれ一対の永久磁石膜 2 8 a

、28b、および低抵抗化膜29a、29bに接続するように設けられている。

また、導体部30a、30bの他端部側には、外部回路と接続される一対の外部接続用端子31a、31bが設けられている。

#### 【0050】

保護膜22は、GMRヘッド20が形成された第1のコア部材21の主面を外部接続用端子31a、31bが外部に臨む部分を除いて被覆すると共に、このGMRヘッド20が形成された第1のコア部材21と第2のコア部材23とを接合する。

#### 【0051】

なお、図3および図4に示すGMRヘッド20は、特徴をわかりやすくするために、GMR素子27の周辺を拡大して図示されているが、実際には、第1のコア部材21および第2のコア部材23に比較してGMR素子27の部分は非常に微細であり、媒体摺動面20aにおいて、GMRヘッド20が外部に臨むのは、ほとんど第1のコア部材21と第2のコア部材23とが突き合わされた上部端面だけである。

#### 【0052】

上述したように構成されるGMRヘッド20は、チップベース（図示せず）に貼り付けると共に、一対の外部接続用端子31a、31bがチップベースに設けられた接続端子と電氣的に接続される。

そして、チップベースに設けられたGMRヘッド20は、一対の再生用磁気ヘッド12a、12bとして、図2に示す回転ドラム9に取り付けられる。

#### 【0053】

ところで、磁気記録再生装置1においては、GMRヘッド20が磁気テープ2に対して接触した状態で再生動作を行うことから、磁気テープ2と摺動するGMRヘッドの媒体摺動面20aに、DLC(Diamond Like Carbon)膜等の保護膜を形成することができない。このため、従来の磁気テープ装置では、GMRヘッドの媒体摺動面が直接大気と触れることになり、高温高湿下や海水雰囲気中において腐食等が発生しやすくなるといった問題があった。

#### 【0054】



かかる点に鑑みて、本発明の磁気記録再生装置における GMR ヘッド 20 は、磁気テープ 2 と摺動する媒体摺動面 20a に保護膜を形成しない場合においても、優れた耐食性を示し、かつ高い磁気抵抗変化率を維持したスピバルブ膜を適用することによって、磁気テープ 2 に対する適切な再生動作を行うことを可能としている。

#### 【0055】

具体的には、スピバルブ膜 40 を構成する反強磁性層 42 を、優れた耐食性を示す PtMn により形成する。また、反強磁性層 42 は、PtMn の他、耐食性に優れた NiO や、IrMn、CrMnPt、 $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、RhMn、NiMn、PdPtMn 等を適用して形成することができる。

#### 【0056】

スピバルブ膜 40 を構成する非磁性層 44 としては、優れた耐食性を示し且つ高導電性を示す CuAu を適用する。

非磁性層 44 が、CuAu により構成されるものとするときには、Cu と Au との組成比は、それぞれ  $(100 - a)$ 、 $a$  ( $a$  は、原子%を表す。) としたとき、 $25 \leq a \leq 100$  となることが好ましく、さらに好ましくは  $25 \leq a \leq 75$  であり、さらには  $25 \leq a \leq 45$  であることが望ましい。

#### 【0057】

ここで、上述したスピバルブ膜 40 について、電気化学的手法を用いた腐食試験を行い、腐食試験前後における磁気抵抗の変化について測定すると共に、腐食試験後に表面観察を行い、腐食の発生の有無について調べた。

なお、本腐食試験においては、標準水素電極 (SHE: Standard Hydrogen Electrode) を照合電極として、濃度 0.1 kmol/L の NaCl 溶液中に液浸させたときに測定される標準水素電極に対する腐食電位を測定するものとした。

#### 【0058】

ところで、腐食電位は、溶液の種類や濃度によって変化する。特に、金属や合金の腐食電位は、Cl との反応の有無によって大きく変化する。したがって、本腐食試験においては、高温高湿下、海水雰囲気中における腐食の発生に関して着目し、これを回避するべく、NaCl 溶液を用いた場合の腐食電位について測定

した。

#### 【0059】

また、本腐食試験では、参照電極として  $\text{Ag} \cdot \text{AgCl}$  を用い、測定電極として  $\text{Pt}$  を用い、室温（約  $20^\circ\text{C}$ ）での腐食電位の測定を行った。そして、測定された腐食電位から標準水素電極（ $\text{SHE}$ ）への補正を行い、これを本腐食試験における腐食電位とした。なお、測定時の電位上昇速度は、約  $0.5 \text{ mV/sec}$  である。

#### 【0060】

また、腐食電位及び腐食試験前後の抵抗変化については、膜特性を調べるため、スピバルブ膜 40 を構成する各層の単層膜での測定、或いは局部電池効果等を考慮した膜の相性を調べるため、スピバルブ膜 40 の要部となる磁化固定層 43 及び磁化自由層 45 を非磁性層 44 を介して積層した積層膜での測定、或いはスピバルブ膜 40 の各層を積層した積層膜での測定のいずれの方法により測定されたものであってもよい。なお、ここでは、スピバルブ膜 40 を構成する各層の単層膜での測定により腐食電位及び腐食試験前後の抵抗変化を求めた。

#### 【0061】

また、表面観察においては、上述した単層膜での試験、並びに局部電池効果を考慮して、腐食電位の高い金属、例えば  $\text{Au}$  からなる下地膜上に各層を積層した積層膜での試験を行った。これは、局部電池効果によって  $\text{Au}$  と接する積層膜の方が単層膜よりも腐食が発生しやすい傾向にあるためである。

#### 【0062】

上記のようにして測定した腐食電位と腐食試験前後の抵抗変化との関係、並びに表面観察結果を図 6 に示す。なお、図 6 において、○は表面に変化が生じなかった場合を示し、△は表面に僅かに変色が発生した場合を示し、×は表面に腐食が発生した場合を示す。

#### 【0063】

図 6 に示すように、腐食試験前後の抵抗変化及び表面観察結果は、腐食電位  $+0.4 [\text{V vs SHE}]$  を境にして、大きく変化することがわかる。すなわち、腐食電位が  $+0.4 [\text{V vs SHE}]$  以上となるときは、スピバルブ膜 40 の表面に腐食の

発生はなく、腐食試験前後の抵抗変化も殆ど無くなることがわかった。

一方、腐食電位が+0.4 [V vs SHE]よりも低くなると、スピバルブ膜40の表面に腐食が発生し、腐食試験前後の抵抗変化が急激に増加した。そして、さらに腐食電位が低くなると、抵抗測定が不可能な状態まで腐食が進行した。

#### 【0064】

上述したことから、スピバルブ膜40においては、濃度0.1 kmol/LのNaCl溶液中に液浸された後に測定される標準水素電極に対する腐食電位は、+0.4 [V vs SHE]以上となることが好ましい。これにより、GMRヘッドではスピバルブ膜の腐食の発生が回避され、高い磁気抵抗変化率が維持される。

#### 【0065】

次に、スピバルブ膜を構成する非磁性層44を、CuAuにより形成した場合の、CuとAuとの組成比と腐食電位との関係について調べた。

#### 【0066】

Cuに対するAuの添加量を変化させた際の非磁性層44の標準水素電極に対する腐食電位[V vs SHE]を測定した結果を図7に示す。

図7に示すように、Cuに対するAuの割合と腐食電位とは略比例関係にあり、Cuに対するAuの添加量が増加すると、腐食電位が高くなるという関係があることが確認され、Auの添加量を25原子%以上とすることによって、上述した標準水素電極に対する腐食電位[V vs SHE]が、+0.4 [V vs SHE]以上となることがわかった。

なお、腐食電位の測定方法に関しては、上述したスピバルブ膜の例と同様とした。

#### 【0067】

また、非磁性層44をCuAuにより構成し、上述した腐食試験前後における非磁性層44の磁気抵抗の変化、および電気抵抗を測定したところ、Auを25原子%以上添加することにより、磁気抵抗の変化が抑制され、電気抵抗値が低減化されることがわかった。

上述したことから、非磁性層44をCuAuにより形成する場合には、Cu、Auの組成比を、それぞれ(100-a)、a(aは、原子%を表す。)とした

とき、その組成範囲が  $25 \leq a \leq 100$  とすることが好ましく、さらには  $25 \leq a \leq 75$ 、さらには  $25 \leq a \leq 45$  であることが望ましい。このようにすることによって、GMRヘッド20の媒体摺動面20aに保護膜を形成しない場合においても、非磁性層44の腐食の発生を防ぎ、優れた耐食性と優れた磁気抵抗効果を得ることが可能となった。

#### 【0068】

また、非磁性層44形成用材料としては、CuAuの他、Au、CuPd、CuPt、CuNi、CuRuが挙げられ、これらについても、組成比を適宜制御することによって、腐食の発生を防ぎ、優れた耐食性と優れた磁気抵抗効果を実現することが可能であることが確かめられた。

#### 【0069】

なお非磁性層44には、Al、Ta、In、B、Nb、Hf、Mo、W、Re、Pt、Pd、Rh、Ga、Zr、Ir、Ag、Ni、Ruから選ばれる少なくとも一種または二種以上の元素が添加されていてもよい。

#### 【0070】

次に、スピバルブ膜40を構成する磁化固定層43及び磁化自由層45について説明する。

磁化固定層43及び磁化自由層45は、優れた耐食性を示し、かつ良好な軟磁気特性を示すNiFeまたはCoNiFeを適用する。これらはどちらか一方でもよく、組合せてもよい。

また、磁化固定層43及び磁化自由層45は、これらの合金を積層した積層構造、もしくはこれらの合金と、例えばRu等からなる非磁性膜とを交互に積層した積層フェリ構造としてもよい。

#### 【0071】

磁化固定層43及び磁化自由層45に関して、Co、Ni、Feの組成比を変化させたNiFe、またはCoNiFeのサンプルを作製し、各サンプルについて、上述した方法と同様にNaCl水溶液による腐食試験を行い、腐食試験後に表面観察を行い、腐食の発生の有無について調べた。

#### 【0072】

図 8 に、C o、N i、F e の組成比を変化させた際の、腐食試験の評価結果を示す。なお図 8 中、○は表面に腐食の発生がない場合を示し、⊙は表面に腐食が発生した場合を示す。

#### 【0073】

また、⊠は保磁力  $H_c$  が 100 e (796 A/m) よりも高くなる場合を示し、△は、b c c 相（体心立方構造）となる場合を示す。

なお、 $H_c > 100 e$  となる場合は、保磁力の増加によって磁気抵抗効果が劣化する。

また、N i F e または C o N i F e は、共に f c c 相（面心立方構造）である方が磁気抵抗効果は高くなる。

一方、他の結晶構造となる場合には、界面での格子の不整合が生じ、磁気抵抗効果が劣化する。また、f c c 相と b c c 相とが混在する場合も、界面での格子の不整合が生じ、磁気抵抗効果が劣化する。

#### 【0074】

図 8 に示すように、C o、N i、F e に対して、C o の含有量が 75 原子% よりも大きく、N i の含有量が 15 原子% よりも小さいと、磁化固定層 43 および磁化自由層 45 に腐食が発生しやすくなることがわかった。

#### 【0075】

また、C o、N i、F e に対して、N i の含有量が 95 原子% よりも大きくなり、F e の含有量が 5 原子% よりも小さくなると、磁化固定層 43 および磁化自由層 45 の保磁力  $H_c$  が大きくなり、磁気抵抗効果が劣化することがわかった。

#### 【0076】

また、C o、N i、F e に対して、F e の含有量が 40 原子% よりも大きくなると、磁化固定層 43 及び磁化自由層 45 に腐食が発生しやすくなることがわかった。

#### 【0077】

上述したことから、磁化固定層 43 および磁化自由層 45 を、F e N i または C o N i F e により形成する場合には、C o、N i、F e の組成比を、それぞれ b、c、d（b、c、d は、それぞれ原子%を表す。）としたときに、その組成

範囲が、 $0 \leq b \leq 75$ 、 $15 \leq c \leq 95$ 、 $5 \leq d \leq 40$  ( $b + c + d = 100$  原子%) とすることが好適である。

#### 【0078】

すなわち、磁化固定層 43 および磁化自由層 45 においては、図 9 に示すように、Co、Ni、Fe の組成比が、点 A (Co = 0 原子%、Ni = 95 原子%、Fe = 5 原子%)、点 B (Co = 0 原子%、Ni = 60 原子%、Fe = 40 原子%)、点 C (Co = 45 原子%、Ni = 15 原子%、Fe = 40 原子%)、点 D (Co = 75 原子%、Ni = 15 原子%、Fe = 10 原子%)、点 E (Co = 75 原子%、Ni = 20 原子%、Fe = 5 原子%) の 5 点で囲まれた実線の範囲内にあることが好ましい。

#### 【0079】

上述したように、磁気抵抗効果型磁気ヘッドのスピンバルブ膜を構成する磁化固定層 43 および磁化自由層 45 に関して、具体的に材料の組成比を特定することによって、優れた磁気抵抗効果を確保しつつ、耐食性の向上が図られる。

#### 【0080】

さらには、磁化固定層 43 および磁化自由層 45 において、Co、Ni、Fe の組成範囲が、 $20 \leq b \leq 75$ 、 $20 \leq c \leq 75$ 、 $5 \leq d \leq 40$  となる、すなわち Co、Ni、Fe の組成比が、図 9 中の点 F (Co = 20 原子%、Ni = 75 原子%、Fe = 5 原子%)、点 G (Co = 20 原子%、Ni = 40 原子%、Fe = 40 原子%)、点 H (Co = 40 原子%、Ni = 20 原子%、Fe = 40 原子%)、点 E (Co = 75 原子%、Ni = 20 原子%、Fe = 5 原子%) の 4 点で囲まれた破線の範囲内にあることが望ましい。

これにより、磁化固定層 43 および磁化自由層 45 が優れた耐食性を示し、かつ高い磁気抵抗効果率を維持することが可能であると共に、特に Co の割合が増すことによって磁気抵抗変化率を高めることが可能となる。

#### 【0081】

さらにまた、磁化固定層 43 および磁化自由層 45 は、Co、Ni、Fe の組成範囲が、 $40 \leq b \leq 75$ 、 $20 \leq c \leq 65$ 、 $5 \leq d \leq 30$  となる、すなわち Co、Ni、Fe の組成比が、図 9 中、点 I (Co = 30 原子%、Ni = 65 原子

%、Fe = 5 原子%)、点 J (Co = 30 原子%、Ni = 40 原子%、Fe = 30 原子%)、点 K (Co = 50 原子%、Ni = 20 原子%、Fe = 30 原子%)、点 E (Co = 75 原子%、Ni = 20 原子%、Fe = 5 原子%) の 4 点で囲まれた一点鎖線の範囲内にあることが好ましい。

これにより、磁気抵抗効果型磁気ヘッド 20 において、磁化固定層 43 および磁化自由層 45 が一層優れた耐食性を示し、かつ高い磁気抵抗効果率を維持することが可能であると共に、優れた耐食性と高い磁気抵抗効果率とを高次元でバランスさせることが可能となる。

#### 【0082】

なお、上述したスピナブル膜 40 においては、磁化固定層 43 および磁化自由層 45 は、上述した組成比を有する NiFe または CoNiFe に、Au、Ir、Pt、Al、Ru、Rh、Cr、Ru、Pd から選ばれる少なくとも一種または二種以上の元素が添加されていてもよい。

#### 【0083】

また、上述した組成比を有する NiFe、または CoNiFe である磁化固定層 43 および磁化自由層 45 は、スピナブル 40 においてそれぞれ異なってもよく、また、複数の組合せによって構成されていてもよい。

#### 【0084】

上述したような条件を満足するスピナブル膜 40 として、具体的には、例えば下地層 41 となる Ta と、磁化自由層 45 となる Ni<sub>80</sub>Fe<sub>20</sub> 及び Co<sub>50</sub>Ni<sub>30</sub>Fe<sub>20</sub> と、非磁性層となる Cu<sub>70</sub>Au<sub>30</sub> と、磁化固定層 43 となる Co<sub>50</sub>Ni<sub>30</sub>Fe<sub>20</sub> と、反強磁性層 42 となる PtMn と、保護層 46 となる Ta とが順次積層されてなるスピナブル膜 40 を備える構成としたところ、優れた耐食性を示し、磁気テープと摺動される媒体摺動面 20a に保護膜を形成しない場合であっても、高温高湿下や海水雰囲気中において腐食等の発生を防止することができ、磁気テープ 2 に対する適切な再生動作を行うことが可能であることが確認できた。

特に、ヘリカルスキャン方式を用いた磁気記録再生装置において、上述したような GMR ヘッドを再生用磁気ヘッド 12a、12b として適用したところ、優

れた耐食性を得ることができた。

【0085】

なお、本発明においては、上述したような構成のGMRヘッドに限定されず、例えばGMRヘッド上に、電磁誘導を利用したインダクティブ型磁気ヘッドが積層されてなる複合型磁気ヘッドにも適用可能である。

また、本発明は、絶縁層を介して一对の磁性層を積層し、一方の磁性層から他方の磁性層に流れるトンネル電流のコンダクタンスが一对の磁性層の磁化の相対角度に依存して変化する磁気トンネル接合素子を備える磁気トンネル効果型磁気ヘッドにも適用可能である。

【0086】

次に、本発明の磁気記録再生装置1を構成する磁気記録媒体（磁気テープ）について説明する。

磁気記録媒体（磁気テープ）2は、図10に示すように、長尺状の非磁性支持体61上に金属磁性薄膜62および保護層63が順次積層形成されて成り、磁性層62側とは反対側の主面にバックコート層64が形成された構成を有している。

【0087】

非磁性支持体61としては、磁気テープ用のベースフィルムに従来使用されているものをいずれも適用でき、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン-2,6-ナフタレート等のポリエステル類、ポリプロピレン等のポリオレフィン類、セルローストリアセテート、セルロースダイアセテート等のセルロース誘導体、ポリアミド、アラミド樹脂、ポリカーボネート等のプラスチック等が挙げられる。

非磁性支持体61は、単層構造であっても多層構造であってもよい。また、例えば、非磁性支持体の表面には、コロナ放電処理等の表面処理が施されていてもよいし、易接着層等の有機物層が形成されていてもよい。

【0088】

金属磁性薄膜62は、例えばCo系合金等の金属磁性材料を用いて、真空蒸着法、スパッタリング法、CVD（Chemical Vapor Deposition）法、イオンプレ



ーティング法等、従来公知の手法により形成することができ、特に、真空蒸着法により成膜することが好適である。

金属磁性薄膜 62 の膜厚は、ラインスピードを変化させることにより制御することが可能であり、残留磁化量は、蒸着中の酸素導入量を変化させることにより制御することが可能である。

#### 【0089】

また、非磁性支持体 61 と金属磁性薄膜 62 との間には、例えば、所定の材料により下地層や下塗層を介在させてもよい。下地層としては、例えば Cr 膜の他、CrTi、CrMo、CrV 等が挙げられ、下塗層としては、例えばアクリルエステルを主成分とする水溶性ラテックスの塗布膜が挙げられる。

#### 【0090】

本発明においては、磁気記録媒体 2 は、残留磁化量  $M_r$  と膜厚  $t$  との積  $M_r \cdot t$  が、4 mA ~ 20 mA の範囲であるものとする。

磁気記録媒体 2 の  $M_r \cdot t$  が 20 mA よりも大きいと、GMR ヘッドが飽和して、MR 抵抗変化が線形な領域を外れ、再生波形が歪んでしまうためである。

また、 $M_r \cdot t$  が 4 mA よりも小さいと、再生出力が小さくなり良好な C/N (信号/ノイズ比) を得ることが出来なくなってしまうためである。

従って、 $M_r \cdot t$  を、4 mA ~ 20 mA の範囲に規定することで、再生波形の歪みがなく、再生出力が大きく良好な C/N を有するものとなる。さらには、積  $M_r \cdot t$  が、6 mA ~ 20 mA であることが望ましく、さらには  $M_r \cdot t$  は、6 mA ~ 17 mA であることが望ましい。

#### 【0091】

$M_r$  と  $t$  については、蒸着時の酸素導入量と非磁性支持体 62 の送りスピードなどの条件によって制御することが可能である。すなわち、蒸着時の酸素導入量を少なくすれば、 $M_r$  は大きくなり、酸素導入量を多くすれば、 $M_r$  は小さくなる。

また、蒸着時の非磁性支持体 62 の送りスピードを遅くすれば  $t$  は厚くなり、送りスピードを遅くすれば  $t$  は薄くなる。また、磁性層 62 形成後の表面酸化処理によっても  $M_r$  を調整することができる。

## 【0092】

そして、残留磁化量 $M_r$ は、 $160\text{ kA/m} \sim 400\text{ kA/m}$ の範囲であることが好ましい。 $M_r$ が $400\text{ kA/m}$ よりも大きいと、磁性粒子の分離が出来ず、磁氣的相互作用によりノイズが増大してしまうためである。

また、 $M_r$ が $160\text{ kA/m}$ よりも小さいと、Co粒子の酸化が進行し、十分な再生出力を得ることが出来ないためである。

従って、 $M_r$ を $160\text{ kA/m} \sim 400\text{ kA/m}$ の範囲に規定することで、ノイズを減少させ、十分な再生出力を付与することができる。そして、 $M_r$ は $200\text{ kA/m} \sim 360\text{ kA/m}$ の範囲であることがより好ましい。

## 【0093】

磁気記録媒体の表面電気抵抗は、例えば、金属磁性薄膜62上のダイヤモンドライクカーボン(DLC)保護層の膜厚等を制御することによって調整することができる。

## 【0094】

また、金属磁性薄膜62の膜厚 $t$ は、残留磁化量 $M_r$ と膜厚 $t$ の積 $M_r \cdot t$ を、上記数値範囲に調整するように制御する。

好ましくは金属磁性薄膜62の膜厚 $t$ は $15\text{ nm} \sim 100\text{ nm}$ が好適であり、さらには $20\text{ nm} \sim 75\text{ nm}$ であることが望ましく、さらには $20\text{ nm} \sim 50\text{ nm}$ とすることが好ましい。

## 【0095】

磁気記録媒体(磁気テープ)において、面内方向での保磁力 $H_c$ は、 $100\text{ kA/m} \sim 160\text{ kA/m}$ の範囲であることが好ましい。

保磁力 $H_c$ が $100\text{ kA/m}$ よりも小さいと、低ノイズ化、高SN比を実現することができないためである。一方、保磁力 $H_c$ が $160\text{ kA/m}$ を超えると、十分な記録が出来なくなり、再生出力が低下してしまうためである。

従って、面内方向での保磁力を $100\text{ kA/m} \sim 160\text{ kA/m}$ の範囲に規定することで、低ノイズ化、高SN比を実現し、高い再生出力を有するものとなる。

## 【0096】

なお、保護層 63 は、通常の金属磁性薄膜用の保護膜として使用されるものであれば、如何なるものであってもよい。例えば、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）や、 $\text{CrO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、BN、Co 酸化物、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{O}_4$ 、 $\text{SiN}_x$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{SiN}_x\text{-SiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{TiC}$  等が挙げられる。保護層 63 は、これらの単層膜であつてもよいし、多層膜あるいは複合膜であつてもよい。

#### 【0097】

磁気記録媒体の構成は、図 10 に示すものに限定されるものではなく、必要に応じて各種材料層を介在させたり、磁性層 62 または保護層 63 上に潤滑剤や防錆剤等よりなるトップコート層を形成してもよい。

また、金属磁性薄膜を複数積層したものであつてもよい。さらに、垂直異方性或いは面内ランダム配向性を有してもよい。

#### 【0098】

上述したように、磁気記録媒体 2 は、残留磁化量  $M_r$  と膜厚  $t$  との積  $M_r \cdot t$  が、 $4\text{ mA} \sim 20\text{ mA}$  の範囲に規定されているので、再生波形の歪みがなく、再生出力が大きく良好な SN 比を有するものとなる。

また、 $M_r$  が  $160\text{ kA/m} \sim 400\text{ kA/m}$  の範囲に規定されているので、ノイズを減少させ、十分な再生出力を有するものとなる。

#### 【0099】

このように、ノイズの低減化が図られ、高い再生出力及び良好な SN 比を有するとともに、GMR ヘッド 20 で再生した場合のヘッドの飽和が防止されるので、GMR ヘッド 20 での再生に好適な優れた磁気記録媒体となる。よって、本発明の磁気記録再生装置においては、上述したような GMR ヘッド 20 と磁気記録媒体 2 との組合せにより、優れた耐食性を有し、かつ、良好な SN 比が実現できる。

#### 【0100】

##### 【実施例】

つぎに、本発明の磁気記録再生装置について、具体的な実施例を挙げて説明する。なお、以下に示す例においては、具体的な物質名、数値等を挙げて説明して

いるが、本発明はこれらに限定されるものではないことは言うまでもない。

#### 【0101】

##### 〔実施例1〕

先ず、非磁性支持体として、厚さ  $10\mu\text{m}$  幅  $150\text{mm}$  のポリエチレンテレフタレートフィルムを用意し、この表面に、アクリルエステルを主成分とする水溶性ラテックス塗布し、微細凹凸の密度が  $1000\text{万個}/\text{mm}^2$  となるようにして下塗層を形成した。

#### 【0102】

次に、下塗層上に  $\text{Co-O}$  系の金属磁性薄膜を、真空蒸着法により膜厚  $40\text{nm}$  となるように形成した。

成膜条件を以下に示す。

(成膜条件)

蒸着時真空度： $7 \times 10^{-2}\text{Pa}$

インゴット： $\text{Co}$

入射角度： $45^\circ \sim 90^\circ$

導入ガス：酸素ガス

#### 【0103】

金属磁性薄膜形成後、スパッタ法あるいは  $\text{CVD}$  法によりカーボン膜よりなる保護層を膜厚約  $10\text{nm}$  に形成した。その後、金属磁性薄膜形成面とは反対側の面に、カーボンとウレタン樹脂からなるバックコート層を膜厚  $0.6\mu\text{m}$  に形成した。また、上記保護層上にパーフルオロポリエーテルよりなる潤滑剤を塗布した。

その後、 $8\text{mm}$  幅に裁断して、大気中、常温にて所定期間保持する工程を経て金属磁性薄膜表面の酸化を行い、サンプルとなる磁気テープを作製した。

#### 【0104】

上述のようにして作製された磁気テープの残留磁化量  $M_r$  は、 $325\text{mA}/\text{m}$  であり、金属磁性薄膜の膜厚  $t$  は  $40\text{nm}$  であり、それらの積  $M_r \cdot t$  は、 $13\text{mA}$  であった。

#### 【0105】

〔実施例 2 ～ 6〕、〔比較例 1、2〕

金属磁性薄膜の蒸着時における酸素導入量、及び金属磁性薄膜形成後の、大気中での保持工程時間を調整することにより、残留磁化量  $M_r$  を制御し、膜厚  $t$  との積  $M_r \cdot t$  を、下記表 1 に示すようにした。

その他の製造条件は上記実施例 1 と同様にしてサンプル磁気テープを作製した。

### 【0106】

上述のようにして作製した〔実施例 1 ～ 6〕及び〔比較例 1、2〕の磁気テープに対して、それぞれ電磁変換特性の測定を行った。

具体的には、8 mm VTR を改造したものを用い、各サンプル磁気テープに記録波長  $0.4 \mu\text{m}$  にて情報信号を記録した後、図 3 に示したシールド型 GMR ヘッド 20 により再生出力、ノイズレベル、および  $C/N$  の測定を行った。

### 【0107】

上述のようにして作製した〔実施例 1 ～ 6〕、〔比較例 1、2〕の磁気テープの作製条件、および再生出力、ノイズレベル、 $C/N$  の測定結果を、それぞれ下記表 1 に示す。

### 【0108】

【表 1】

	$M_r \cdot t$ [mA]	再生出力 [dB]	ノイズ [dB]	$C/N$ [dB]
実施例 1	13	8.5	6.5	+2.0
実施例 2	10	6.9	4.8	+2.1
実施例 3	6	2.3	1.1	+1.2
実施例 4	4	0.0	0.0	0.0
実施例 5	20	11.2	10.9	+0.3
実施例 6	17	9.5	8.1	+1.4
比較例 1	3	-3.9	-1.7	-2.2
比較例 2	22	12.0 (歪み)	13.9	-1.9

### 【0109】

表 1 に示すように、金属磁性薄膜の残留磁化量  $M_r$  と膜厚  $t$  との積  $M_r \cdot t$  を  $4 \text{ mA} \sim 20 \text{ mA}$  とした実施例 1 ～ 6 においては、歪みがなく高い再生出力が得られ、良好な  $C/N$  が得られた。

## 【0110】

一方、残留磁化量 $M_r$ と金属磁性薄膜の膜厚 $t$ との積 $M_r \cdot t$ が、4mA未満である比較例1においては、再生出力が小さくなり良好なC/Nが得られなかった。

また、 $M_r \cdot t$ が20mAよりも大きい比較例2においては、GMRヘッドが飽和してしまい、再生出力に歪みが生じた。

## 【0111】

〔実施例7～10〕、〔比較例3、4〕

次に、金属磁性薄膜の残留磁化量 $M_r$ を変化させ、磁気テープサンプルを作製し、これらの再生出力、ノイズレベル、およびC/Nを測定評価した。

なお、これらにおいては、金属磁性薄膜形成後の大気中での保持工程時間を調整することにより、残留磁化量 $M_r$ と金属磁性薄膜の膜厚 $t$ との積 $M_r \cdot t$ を13mAと一定になるようにして、残留磁化量 $M_r$ を下記表2に示すように制御した。その他の作製条件は、上記実施例1と同様とした。

## 【0112】

実施例7～10、比較例3、4の磁気テープの残留磁化量 $M_r$ 、再生出力、ノイズレベル、C/Nの測定結果を下記表2に示す。

## 【0113】

【表2】

	$M_r$ [kA/m]	再生出力 [dB]	ノイズ [dB]	C/N [dB]
実施例7	200	0.0	0.0	0.0
実施例8	160	-0.5	+0.3	-0.8
実施例9	400	-0.1	+0.8	-0.9
実施例10	360	0.1	+0.2	-0.1
比較例3	140	-1.6	+0.5	-2.1
比較例4	420	-0.2	+1.7	-1.9

## 【0114】

表2に示すように、金属磁性薄膜の残留磁化量 $M_r$ が160～400kA/mである実施例7～10においては、ノイズの低減化が図られ、高い再生出力が得られ、良好なC/Nが得られた。特に $M_r$ が200～360kA/mとしたとき

、良好な磁気特性が得られた。

#### 【0115】

一方、残留磁化量 $M_r$ が $160\text{ k A/m}$ 未満である比較例3においては、十分な再生出力が得られなかった。

また、残留磁化量 $M_r$ が $400\text{ k A/m}$ よりも大きい比較例4においては、ノイズが増大し、良好な $C/N$ が得られなかった。

#### 【0116】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、優れた耐食性を示し、且つ高い磁気抵抗変化率を維持したスピナル膜を備えた磁気抵抗効果型磁気ヘッドと、金属磁性薄膜の残留磁化量 $M_r$ と膜厚 $t$ との積 $M_r \cdot t$ および残留磁化量 $M_r$ を数値的に特定した磁気記録媒体とを組み合わせることにより、ノイズの低減化が図られ、高い再生出力が得られ、優れた $C/N$ が得られる信頼性の高い磁気記録再生装置を提供することができた。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の磁気記録再生装置の一例の概略平面図を示す。

#### 【図2】

磁気記録再生装置を構成するヘッドドラムの概略斜視図を示す。

#### 【図3】

磁気抵抗効果型磁気ヘッドの概略斜視図を示す。

#### 【図4】

GMRヘッドを媒体摺接面側から見た端面図を示す。

#### 【図5】

- (a) ボトム型のスピナル膜の概略断面図を示す。
- (b) トップ型のスピナル膜の概略断面図を示す。
- (c) デュアル型のスピナル膜の概略断面図を示す。

#### 【図6】

腐食電位と腐食試験前後の抵抗変化率との関係、および表面観察結果を示す。

## 【図 7】

非磁性層の材料組成と腐食電位との関係を示す。

## 【図 8】

磁化固定層及び磁化自由層の Co、Ni、Fe の組成比を変化させた際の腐食試験の評価結果を示す。

## 【図 9】

磁化固定層及び磁化自由層に NiFe 又は CoNiFe を用いた場合に好適な Co、Ni、Fe の組成比を示す三元図である。

## 【図 10】

磁気記録媒体の概略断面図を示す。

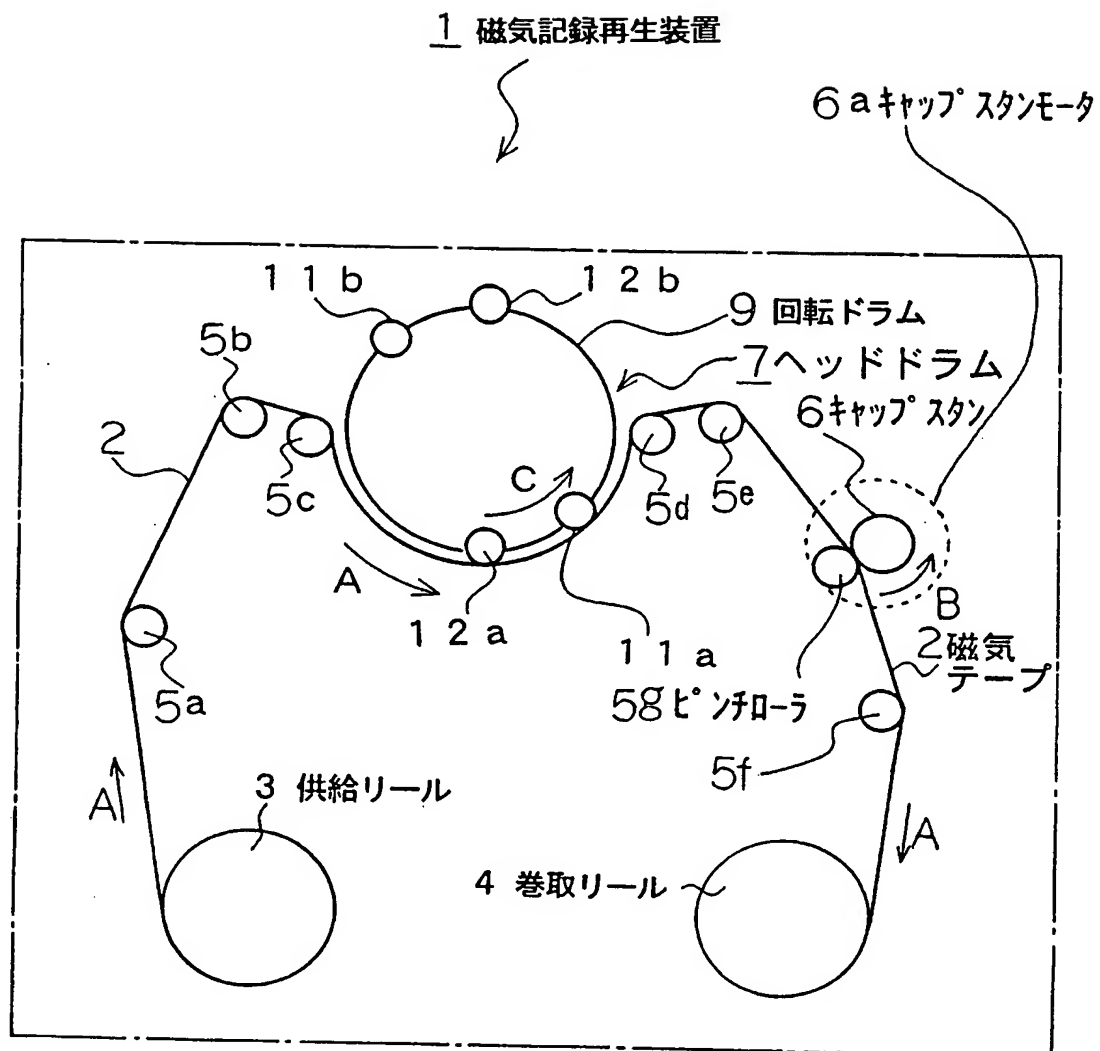
## 【符号の説明】

1……磁気記録再生装置、2……磁気記録媒体、3……供給リール、4……巻取りリール、5a～5f……ガイドローラ、5g……ピンチローラ、6……キャップスタン、6a……キャップスタンモータ、7……ヘッドドラム、8……駆動モータ、9……回転ドラム、10……固定ドラム、11……記録用磁気ヘッド、12……再生用磁気ヘッド、20……GMRヘッド、21……第1のコア部材、22……保護膜、23……第2のコア部材、24、25……磁気シールド層、26……ギャップ層、27……GMR素子、28a、28b……永久磁石膜、29a、29b……低抵抗化膜、30a、30b……導体部、31a、31b……外部接続用端子、40、40a、40b、40c……スピバルブ膜、41……下地層、42……反強磁性層、43……磁化固定層、44……非磁性層、45……磁化自由層、46……保護層、61……非磁性支持体、62……金属磁性薄膜、63……保護層、64……バックコート層、

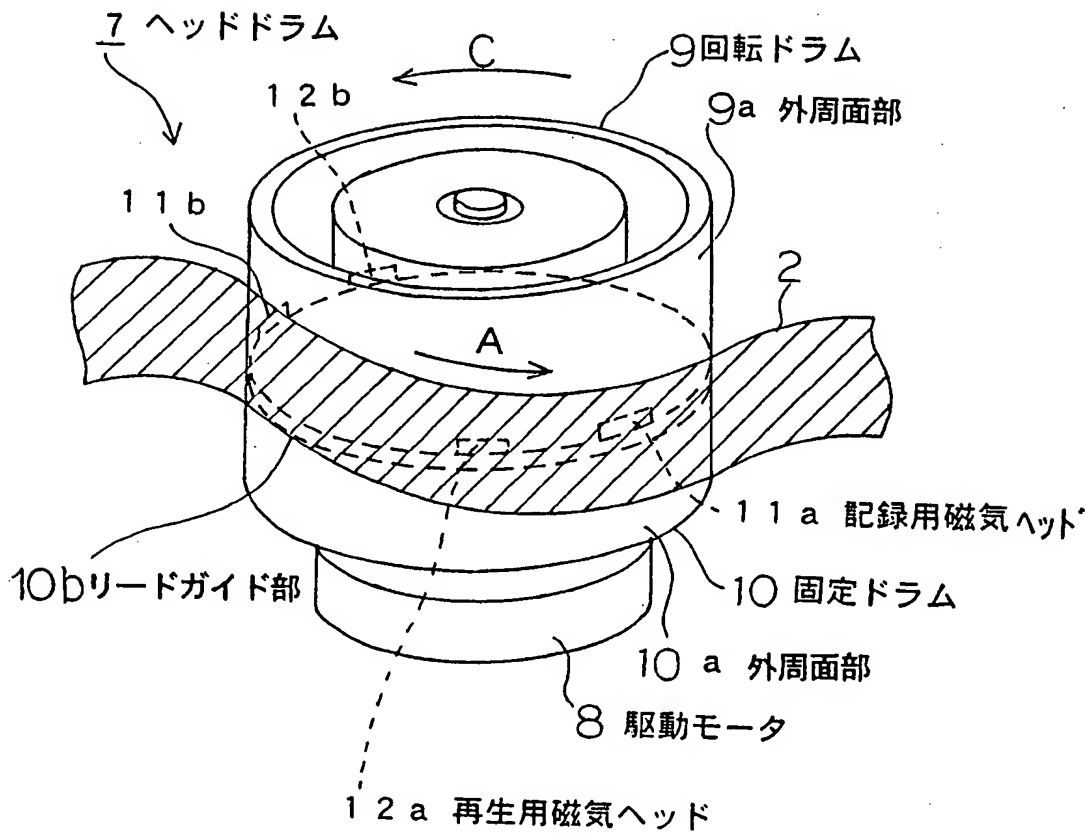


【書類名】 図面

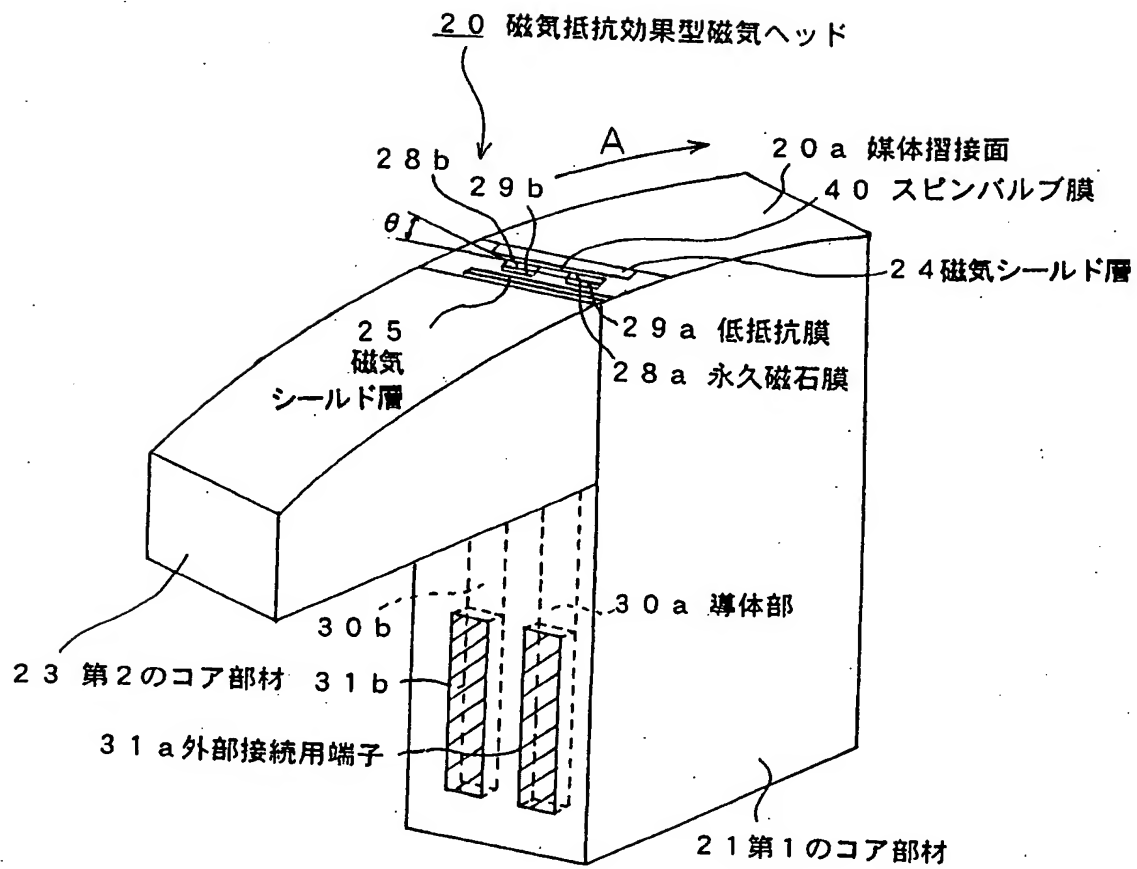
【図1】



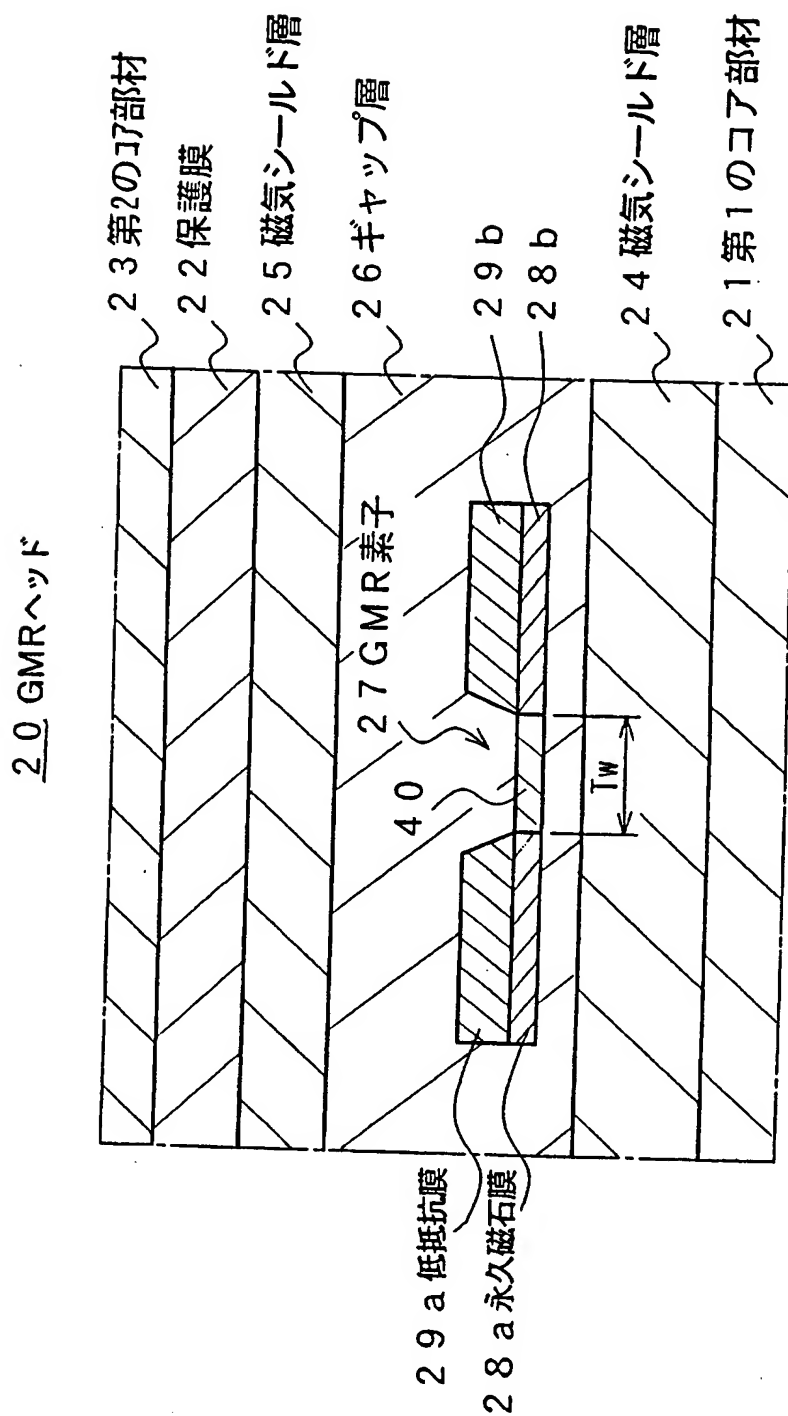
【図2】



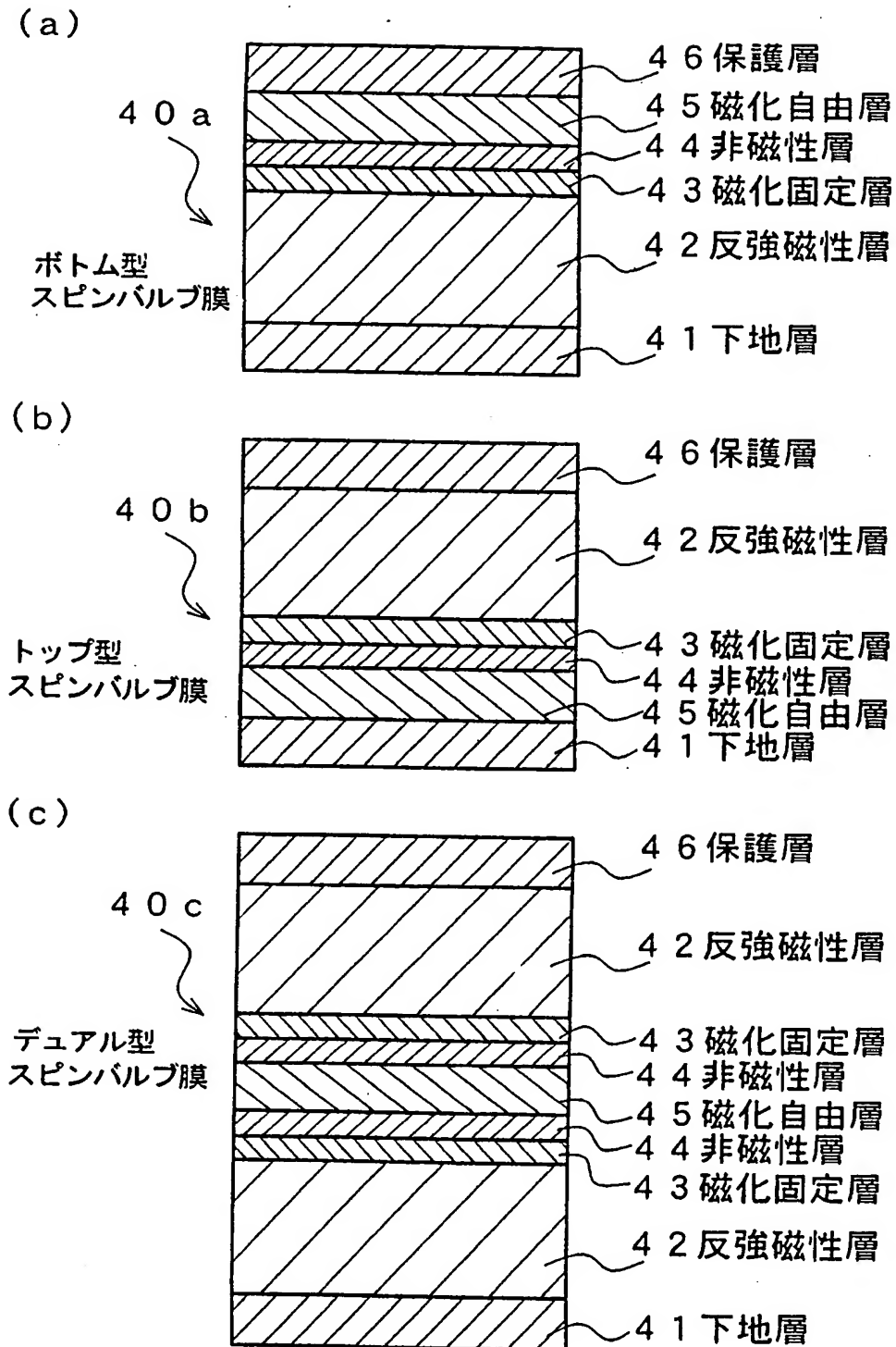
【図 3】



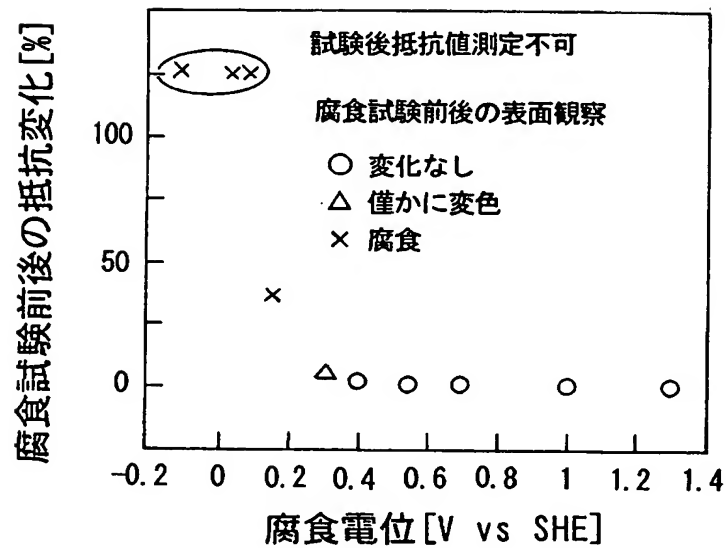
【図 4】



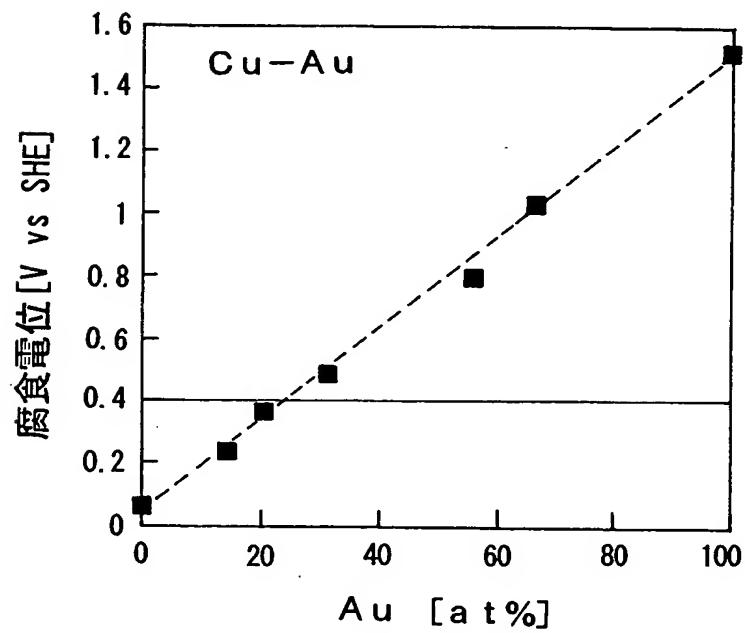
【図 5】



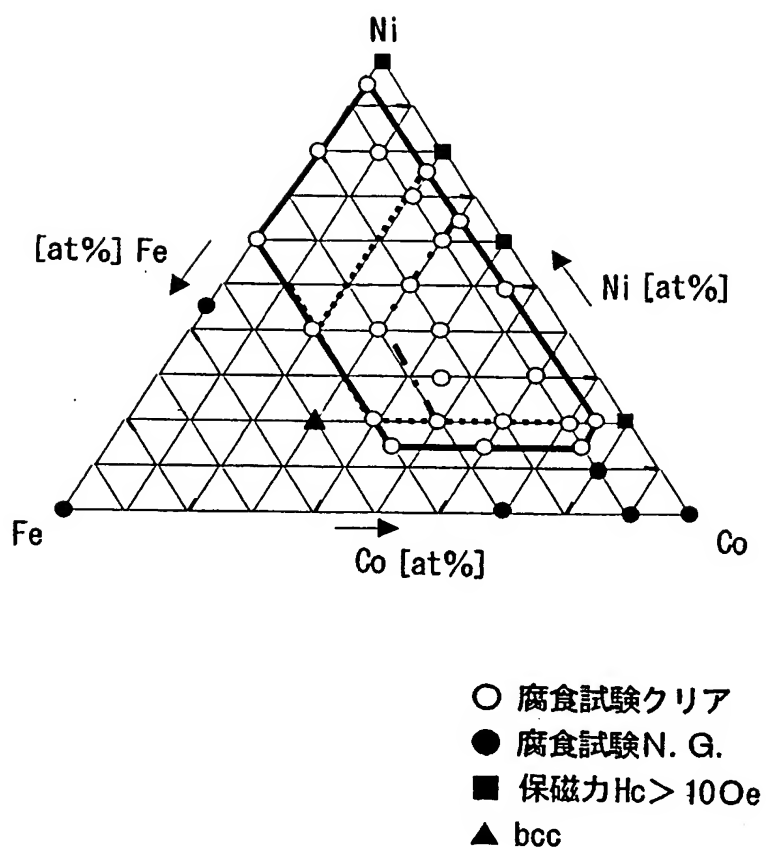
【図 6】



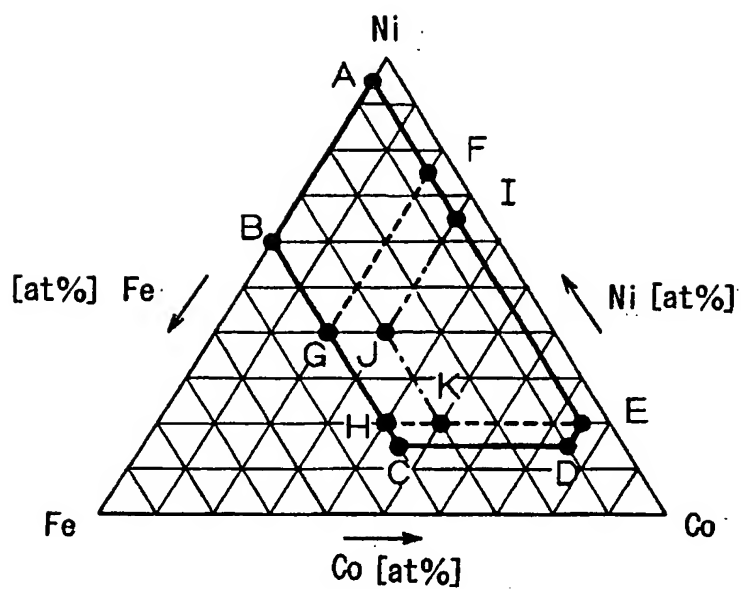
【図 7】



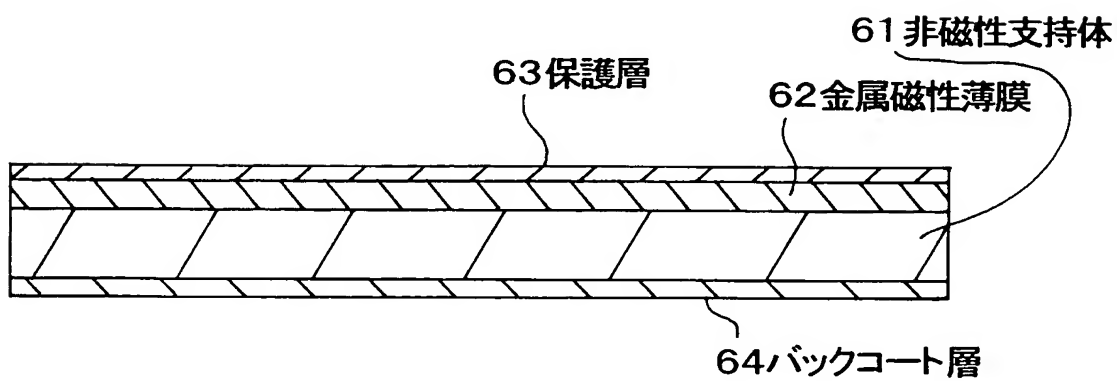
【図 8】



【図 9】



【図 10】



2 磁気記録媒体



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 磁気抵抗効果型磁気ヘッドの媒体摺接面に腐食の発生を防止し、かつ高再生出力化、低ノイズ化を図った磁気記録再生装置を提供する。

【解決手段】 磁気記録媒体と摺接しながら磁気信号の検出を行う感磁素子としてスピバルブ膜 4 0 を用い、このスピバルブ膜 4 0 の腐食電位を規定し、さらに、磁気記録媒体の残留磁化量  $M_r$  と金属磁性薄膜の膜厚  $t$  の積、および残留磁化量  $M_r$  を数値的に特定する。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 2 - 3 7 0 5 1 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 8 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社